

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-124226

(43)Date of publication of application : 17.05.1996

(51)Int.Cl. G11B 7/26
G11B 7/00

(21)Application number : 06-263806 (71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 27.10.1994 (72)Inventor : AKI YUICHI
TAKEDA MINORU

(54) METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING OPTICAL DISC

(57)Abstract:

PURPOSE: To simplify the cutting process by irradiating an optical disc with continuously oscillating laser light subjected to intensity modulation and forming a signal groove therein thereby eliminating the step for applying photoresist and the step for development.

CONSTITUTION: A single mode continuous oscillation laser light is fed from a UV laser light source 1 through a mirror 2 to an acoustooptical modulation element 3 where the laser light is subjected to intensity modulation with a signal fed from a formatter 4 and outputted as an optical modulation pulse. It is fed through a mirror 5 to a beam expander 6 where the beam diameter is enlarged and the beam passes through mirrors 7 and impinges on the incident pupil face of an objective lens 9 before being condensed onto an original optical disc 13 with a spot size of diffraction limit by adjusting the focus. An optical system including a lens 9 is then shifted from the outer circumference to the center in order to expose the original disc 13 spirally thus recording signals through abrasion.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An optical disc manufacturing method carrying out intensity modulation of the continuous-oscillation ultraviolet laser beam irradiating with it and forming a signal slot on an optical disc which absorbs ultraviolet laser radiation and in which a signal slot is formed by from **.

[Claim 2]The optical disc manufacturing method according to claim 1 wherein the above-mentioned optical disc is formed with a synthetic resin material.

[Claim 3]The optical disc manufacturing method according to claim 1 with which the above-mentioned optical disc is characterized by applying photoresist material

on a glass substrate.

[Claim 4]The optical disc manufacturing method according to claim 1 wherein the above-mentioned ultraviolet laser radiation is a far-ultraviolet laser beam by the 4th harmonic generation of neodymium YAGU (Nd:YAG) laser.

[Claim 5]The optical disc manufacturing method according to claim 1 playing a signal using an optical pickup from a signal slot immediately after forming of the above-mentioned ultraviolet laser radiation and controlling irradiation time to the above-mentioned optical disc of the above-mentioned ultraviolet laser radiation based on this regenerative signal.

[Claim 6]The optical disc manufacturing method according to claim 1 performing a tracking servo using an adjoining signal slot formed of the above-mentioned ultraviolet laser radiation.

[Claim 7]The optical disc manufacturing method according to claim 1 performing a spindle servo using a signal slot or an adjoining signal slot immediately after forming of the above-mentioned ultraviolet laser radiation.

[Claim 8]A laser light source which ejects a continuous-oscillation ultraviolet laser beam and a modulation means which modulates intensity of ultraviolet laser radiation from the above-mentioned laser light source. An optical means converged on a master optical disk which absorbs ultraviolet laser radiation from the above-mentioned modulation means and in which a signal slot is formed by from **An optical disc manufacturing installation having a control means which controls irradiation time of the above-mentioned ultraviolet laser radiation to the above-mentioned optical disc and forming a signal slot on the above-mentioned optical disc.

[Claim 9]The optical disc manufacturing installation according to claim 8 wherein the above-mentioned optical disc is formed with a synthetic resin material.

[Claim 10]The optical disc manufacturing installation according to claim 8 to which the above-mentioned optical disc is characterized by applying photoresist material on a glass substrate.

[Claim 11]The optical disc manufacturing installation according to claim 8 wherein the above-mentioned ultraviolet laser radiation is a far-ultraviolet laser beam by the 4th harmonic generation of neodymium YAGU (Nd:YAG) laser.

[Claim 12]The optical disc manufacturing installation according to claim 8 playing a signal using an optical pickup from a signal slot immediately after forming of the above-mentioned ultraviolet laser radiation and controlling irradiation time to the above-mentioned optical disc of the above-mentioned ultraviolet laser radiation based on this regenerative signal.

[Claim 13]The optical disc manufacturing installation according to claim 8 performing a tracking servo using an adjoining signal slot formed of the above-mentioned ultraviolet laser radiation.

[Claim 14]The optical disc manufacturing installation according to claim 8 performing a spindle servo using a signal slot or an adjoining signal slot immediately after forming of the above-mentioned ultraviolet laser radiation.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the optical disc manufacturing method and optical disc manufacturing installation for forming an information signal in an optical disc.

[0002]

[Description of the Prior Art] a former and disk-like optical recording intermediation object -- a phase-change optical disk an optical magnetism type disk etc. exist in what is called an optical disc as a write once optical disc or a reversible type optical disc.

[0003] When producing the master optical disk used in order to reproduce this optical disc in large quantities and to form its thickness applies first the photoresist material which is about 0.1 micrometer on a glass substrate. Next the groove which is a guide pattern for tracking and a record signal slot i.e. a pit are formed by a master optical disk exposure device ***** cutting machine on this glass substrate. At this time the laser beam of wavelength which exposes photoresist material for example the helium-Cd laser whose wavelength λ is 441 nm is extracted to the spot size of a diffraction limit with the object lens which is a condenser and it glares on the above-mentioned photoresist material and exposes.

[0004] Then a groove and a pit are formed by performing the development which removes the portion exposed with the alkali developing solution of exclusive use [the photoresist material exposed / above-mentioned].

[0005] In order to manufacture an optical disc in large quantities electroless deposition and electroforming are performed to the master optical disk by which the development was carried out [above-mentioned] metal duplicates are taken and a master disc is produced. The injection molding machine has reproduced the resin disk using this metal duplicate as metallic mold ***** La Stampa. To the field where the information signal of the optical disc produced [above-mentioned] was recorded vacuum deposition of the metal membrane for reflection is carried out and the duplicate of an optical disc accomplishes by forming a protective layer by hard resin to it.

[0006] Here the size of the above-mentioned pit formed is determined by the intensity of the laser beam used for pit formation the size of the spot of the laser beam irradiated on the above-mentioned photoresist a modulating-signal waveform the number of rotations of a master optical disk etc. For example the size of the pit of the present optical disc is 0.4 micrometer in width 0.8-3.2 micrometers in length and is about 0.1 micrometer in depth. A record signal is expressed by the length of this pit.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way to perform signal record to a

master optical disk precisely it is necessary to stop change and dispersion of the length of a pit, i.e. pit length to the minimum. However change and dispersion of this pit length are produced with the instability of the process of performing the development mentioned above.

[0008] Since the glass used for a master optical disk is expensive after being reworked it is again used for the master optical disk but a high air cleanliness class is required for the reprocessing steps for this reuse. These reprocessing steps are wet process which uses a drug solution and since the accuracy of the thickness of the photoresist material formed on this glass is severe severe process control and quality control are needed.

[0009] Also in the developing process mentioned above severe process control and quality control of the concentration control of a drug solution advance stop detection of development etc. are needed.

[0010] The burden of the cost for the time concerning the space and reprocessing steps of the clean room which the device for two or more processes such as a device of the process of forming a signal and processing equipment is needed and is provided with the device of the process of these plurality on a master optical disk is heavy.

[0011] Moreover in the exposure device of the conventional master optical disk through a developing processing stage if it is not after the pit and the groove were formed on the master optical disk the signal formed state cannot be inspected directly.

[0012] Then when manufacturing a master optical disk in view of the actual condition above-mentioned [this invention] Change and dispersion of pit length which are formed are lost and the optical disc manufacturing installation using the optical disc manufacturing method which can reduce management of two or more down stream processing and these down stream processing and this method is provided.

[0013]

[Means for Solving the Problem] On an optical disc which absorbs ultraviolet laser radiation and in which a signal slot is formed by from **an optical disc manufacturing method concerning this invention carries out intensity modulation of the continuous-oscillation ultraviolet laser beam irradiates with it and solves a technical problem mentioned above by forming a signal slot.

[0014] A laser light source from which an optical disc manufacturing installation concerning this invention ejects a continuous-oscillation ultraviolet laser beam A modulation means which modulates intensity of ultraviolet laser radiation from the above-mentioned laser light source and an optical means converged on a master optical disk which absorbs ultraviolet laser radiation from the above-mentioned modulation means and in which a signal slot is formed by from **It has a control means which controls irradiation time of the above-mentioned ultraviolet laser radiation to the above-mentioned optical disc and a signal slot is formed on the above-mentioned optical disc.

[0015] Hereas for the above-mentioned optical disc a synthetic resin material or

photoresist material is applied on a glass substrate.

[0016]As the above-mentioned synthetic resin material polycarbonate resin etc. are suitable.

[0017]As for the above-mentioned optical disc it is preferred to use as a master optical disc at the time of manufacturing a master disc used when reproducing an optical disc in large quantities.

[0018]The above-mentioned ultraviolet laser radiation is characterized by being a far-ultraviolet laser beam by the 4th harmonic generation of neodymium YAGU (Nd:YAG) laser.

[0019]A signal is played using an optical pickup from a signal slot immediately after forming of the above-mentioned ultraviolet laser radiation and irradiation time to the above-mentioned optical disc of the above-mentioned ultraviolet laser radiation is controlled based on this regenerative signal.

[0020]A spindle servo is performed using a signal slot or an adjoining signal slot immediately after having performed a tracking servo using an adjoining signal slot formed of the above-mentioned ultraviolet laser radiation and moreover forming of the above-mentioned ultraviolet laser radiation.

[0021]

[Function]A detailed signal slot is formed in the optical disc which comprises only a synthetic resin material or the optical disc which photoresist material is applied on a glass substrate and changes in this invention modulating the intensity of a continuous-oscillation ultraviolet laser beam.

[0022]A signal is reproduced from the signal slot immediately after forming and the above-mentioned signal slot is formed precisely controlling the irradiation time of the above-mentioned ultraviolet laser radiation based on this regenerative signal.

[0023]A tracking servo is performed using the adjoining signal slot formed of the above-mentioned ultraviolet laser radiation and a spindle servo is precisely performed using the signal slot or the adjoining signal slot immediately after forming.

[0024]

[Example]Hereafter the desirable example of this invention is described referring to drawings. The rough composition of the optical disc manufacturing installation using the optical disc manufacturing method concerning this invention is shown in drawing 1. The master optical disk 13 in which a signal is formed in this example explains as original recording for producing the master disc used in the case of the extensive duplicate of an optical disc.

[0025]the wavelength which ejects a high-energy-density laser beam as a light source for record of a signal in the optical disc manufacturing installation shown in this example -- ***** of 280 or less nm -- what is called the UV laser light source 1 is used. Specifically the UV laser light source 1 is a light source which ejects the far-ultraviolet laser beam using the 4th harmonic generation of the neodymium YAGU (Nd:YAG) laser whose wavelength is 1064 nm so that it may mention later.

[0026]The far-ultraviolet laser beam ejected from this UV laser light source 1 is

the continuous-wave-laser light of a single mode. It is reflected by the mirror 2 and the light flux of this far-ultraviolet laser beam enters into the acoustooptic modulation element (AOM) 3. Here the signal from the formatter 4 is sent to the above-mentioned acoustooptic modulation element 3 and a far-ultraviolet laser beam serves as a light modulation pulse by which intensity modulation was carried out based on the above-mentioned signal.

[0027] Depending on the format of the signal recorded a laser beam may be deflected by an acoustooptic deflection element etc. The above-mentioned acoustooptic modulation element 3 and an acoustooptic deflection element may not necessarily be limited to the thing using an acousto optic effect and the thing using an electrooptic effect a magneto optic effect and the liquid crystal optical effect may be sufficient as them. However what uses an acousto optic effect under the present circumstances is the most reliable and is low cost and it is small.

[0028] Then it is reflected by the mirror 5 and the optical beam from the above-mentioned acoustooptic modulation element 3 enters into the beam expander 6. The beam diameter of the optical beam which entered is expanded in this beam expander 6. The optical beam to which this beam diameter was expanded is irradiated by the entrance pupil side of the object lens 9 which is a condenser via the mirrors 7 and 8 and a focus is adjusted appropriately and it is condensed on the master optical disk 13 with the spot size of a diffraction limit.

[0029] Here the above-mentioned master optical disk 13 is carried on the spindle 14 rotated with the spindle motor which is not illustrated. Therefore by moving the optical system containing the above-mentioned object lens 9 from a periphery to a center to the radial direction of the master optical disk 13 the beam spot condensed by the above-mentioned object lens 9 is scanned by spiral shape the master optical disk 13 is exposed and record formation of a signal is performed by from *i.e.* ablation.

[0030] In this example the above-mentioned master optical disk 13 comprises the synthetic resin material used as a photoresist material which is mentioned later.

[0031] If the numerical aperture (NA) of the above-mentioned object lens 9 is 0.6 for example specifically spot diameter d condensed on the above-mentioned master optical disk 13 will be set to about 0.35 micrometer by (1) type shown below.

[0032]

[Equation 1]

[0033] At this time the laser beam for tracking error detection outputted from the control detecting optical system 10 is condensed on the above-mentioned master optical disk 13 with the above-mentioned optical beam via the lens 11 and the mirror 8. As this control detecting optical system 10 if the optical system of the optical pickup for signal regeneration from the conventional optical disc is used it is small and can hold down to low cost.

[0034] The beam spot of the laser beam emitted from the control detecting optical

system 10 on the above-mentioned master optical disk 13. It enters into the above-mentioned object lens 9 at an angle which is condensed by the position which can read the signal of the above-mentioned pit in the quantity equivalent to the track pitch of the pit recorded by the beam spot of the laser beam in which intensity modulation was carried out by the above-mentioned acoustooptic modulation element 3 before 1 rotation on the master optical disk 13.

[0035] Rather than the optical pickup for signal regeneration from the conventional optical discs since the way of the focus servo optical system by the off-axis method etc. which are used for the conventional master optical disk exposure device is high degree of accuracy. It is better to use the focus servo optical system used for the master optical disk exposure device for the focus servo optical system 12 which performs the focus servo of the above-mentioned object lens 9.

[0036] Generally as a light source of the optical pickup for signal regeneration of the usual optical disc, near-infrared rays or a red semiconductor laser is used. The wavelength of the laser beam by these near-infrared rays or a red semiconductor laser. It is better to amend the image formation position of the laser beam condensed by the above-mentioned object lens 9 by the above-mentioned lens 11 gradually when the performance of the chromatic aberration correction of the above-mentioned object lens 9 runs short since it differs from the wavelength of the ultraviolet laser radiation through the above-mentioned acoustooptic modulation element 3 greatly.

[0037] What is necessary is for the size of the beam spot of the laser beam irradiated on the above-mentioned master optical disk 13 to adjust the efficiency NA obtained by adjusting the entering laser beam appropriately and just to amend it.

[0038] It is better to use a limited amendment optical system from an infinite amendment optical system as a condensing optical system containing the above-mentioned object lens 9 in order to perform each above-mentioned amendment.

[0039] When the above-mentioned master optical disk 13 is produced by injection molding, are processed with accuracy sufficient about the thickness and parallelism but, in order that accuracy may fall comparatively by curvature etc. about flatness, it is good to accustom and fix the whole surface of the master optical disk 13 to a turntable with sufficient flatness with suction force, such as a vacuum chuck.

[0040] Then the catoptric light from the surface of the above-mentioned master optical disk 13 enters into the lens 11 after being reflected by the mirror 8 via the object lens 9. The light volume of the catoptric light which entered into this lens 11 is detected in the control detecting optical system 10 and a tracking error signal is detected. The spot of the ultraviolet laser radiation irradiated on the above-mentioned master optical disk 13 is correctly positioned by returning this tracking error signal to the actuators 15a and 15b and carrying out the movement controls of these actuators 15a and 15b.

[0041] Next, the above-mentioned UV laser light source 1 is explained in detail using drawing 2.

[0042] From this UV laser light source, the ultraviolet laser radiation whose

wavelength λ is 266 nm is generated. As an excitation light source element semiconductor laser element such as a laser diode which is not illustrated are used and the laser beam for excitation with a wavelength [from this semiconductor laser element] of 808 nm enters into the laser medium 22 using Nd:YAG via the entrance plane of the $1/4$ wavelength plate 21. ***** with wavelength selectivity which reflects fundamental laser light with a wavelength of 1064 nm which penetrated the above-mentioned laser beam for excitation to the entrance plane of the $1/4$ above-mentioned wavelength plate 21 and was generated by the laser medium 22 -- what is called a dichroic mirror is formed. Fundamental laser light with a wavelength of 1064 nm generated by this laser medium 22 The filter 23 and the pinhole 24 are passed and after being reflected by the mirror 25 by return a second harmonic generation (SHG) is performed by entering into the nonlinear optical crystal element 27 which comprises KTP (KTiOPO_4) via the output coupler 26.

[0043] The 2nd harmonics laser beam with a wavelength of 532 nm generated in this nonlinear optical crystal element 27 enters into the optical isolator 30 via the clinch mirror 28 and the lens 29 after being reflected by the mirror 40. In this optical isolator 30 the returned light to the semiconductor laser element of the 2nd harmonics laser beam which entered is avoided.

[0044] After the 2nd harmonics laser beam through the above-mentioned optical isolator 30 enters into the phase modulator 31 for acquiring a frequency error signal and a phase modulation is performed the 4th harmonics laser beam with a wavelength of 266 nm is oscillated by entering into the external resonator 41 via the mirror 33. This external resonator 41 is constituted by the concave surface mirror 34 the output coupler 36 and the reflective mirrors 37 and 38 as a reflective means. In the above-mentioned external resonator 41 the nonlinear optical crystal element 35 which comprises BBO ($\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$) is arranged.

[0045] Here the resonance frequency of the above-mentioned external resonator 41 is swept by carrying out drive controlling with the voice coil motor (VCM) which does not illustrate the above-mentioned concave surface mirror 34. The catoptric light specifically reflected by the above-mentioned concave surface mirror 34 by the 2nd harmonics laser beam which enters into the above-mentioned nonlinear optical crystal element 35 enters into the photodetector 32. In this photodetector 32 the catoptric light which entered is changed into photoelectric current and is sent to the locking circuit 39. In this locking circuit 39 the resonance frequency of an external resonator is locked by the frequency by a second harmonic generation by detecting the position of the above-mentioned concave surface mirror 34 based on the sent photoelectric current and performing position control of this concave surface mirror 34.

[0046] Thus the 4th harmonics laser beam can be efficiently obtained from the above-mentioned nonlinear optical crystal element 35. Since ultraviolet laser radiation with an above-mentioned wavelength of 266 nm generated is continuous oscillation it can perform optical intensity modulation at high speed and its homogeneity in the mode is high. Therefore a diameter can condense easily at a

spot of 1 micrometer or less. Since the power efficiency of the 4th harmonics laser beam to the output power of the semiconductor laser for excitation is acquired at about several percent if the output power of a semiconductor laser is increased to about 20W the output of the 4th harmonics laser beam beyond 1W can be obtained.

[0047] The portion with which the ultraviolet-laser-radiation pulse of the above-mentioned master optical disk 13 was irradiated is shaved off and removed by ***** ablation and a pit is formed. At this time more than 0.1 MW/cm^2 needs the output of the ultraviolet laser radiation for producing ablation. Although more than 1 MW/cm^2 is preferred and it is dependent also on the kind of photoresist material practically if the number of rotations of the master optical disk 13 the irradiation position of ultraviolet laser radiation etc. are taken into consideration the energy density of ultraviolet laser radiation is enough if there is also 1 J/cm^2 .

[0048] For example after the output of the 500-mW 4th harmonics laser beam penetrates an object lens even if it takes optical system efficiency into consideration a laser beam with an intensity of not less than 100 mW can be obtained easily. Therefore if the spot diameter of 5- μm /sec. and a laser beam shall be 0.35 micrometer the linear velocity by rotation of the above-mentioned master optical disk 13 when exposing the master optical disk 13 an energy density will serve as about 6 J/cm^2 and will serve as sufficient value to produce ablation.

[0049] Thereby a pit can be formed in the master optical disk 13 only by exposure. Make the conventional developing processing stage unnecessary and Therefore instability peculiar to a developing processing stage For example all of problems such as heterogeneity such as development unevenness in fluctuation and master optical disk such as temperature of a developing solution and concentration can be solved and dispersion in the size of pit shapes can be stopped very smaller than before.

[0050] It may be made to use what was formed only with the synthetic resin material was used as the above-mentioned master optical disk 13 and also applied the above-mentioned synthetic resin material as a photoresist film on the glass substrate.

[0051] Next pit formation is explained using drawing 3.

[0052] In drawing 3 pit A_1, A_2, A_3 and ... are the pit sequences already formed of ablation. Pit B_1 is a thing under formation now and since the above-mentioned master optical disk 13 moves to an arrow direction pit B_2 and ... will be formed further. For tracking so that a focus may be connected on pit A_1 before 1 rotation of the master optical disk 13 to pit B_1 under present formation It is the wavelength which photoresist material does not expose and irradiates with the laser beam of intensity low enough for example a semiconductor laser with a wavelength of 680 nm via the above-mentioned object lens 9. This irradiated laser beam detects the reflected returned light by 2 division photodetector and detects a differential signal as well as the push pull method in the optical pickup for signal regeneration from the usual optical disc. According to this differential signal the actuators 15a and

15b which drive the above-mentioned object lens 9 to the radial direction of the master optical disk 13 are driven. Therebyby the conventional cutting machinethe accuracy of a very highly precise track pitch can be obtained to the track pitch having been determined only with the feed accuracy on an optical system table.

[0053]Detection of the tracking error signal by the tracking operation of signal record is explained using drawing 4.

[0054]For detection of the tracking error signal using the catoptric light from the above-mentioned master optical disk 13A tracking error signal is detected by the three beam method using visible laser beams with a wavelength of 532 nm oscillated from the above-mentioned control detecting optical system 10 simultaneously with ultraviolet laser radiation with a wavelength [for the above-mentioned pit formation] of 266 nm.

[0055]Drawing 4 is a plan of the above-mentioned master optical disk 13and is seen from the optical axis direction of the laser beam with which it irradiates. For examplewhen a pit is formed as mentioned above of beam-spot B_1 of the laser beam in which intensity modulation was carried out by the above-mentioned acoustooptic modulation element 3The laser beam from the above-mentioned control detecting optical system 10 is irradiated as beam-spot S_{B1} S_{B2} and S_{B3} respectively on the adjoining pit currently formed before 1 rotation on the above-mentioned master optical disk 13. A tracking error signal is acquired by detecting the light volume of the catoptric light from the above-mentioned master optical disk 13 of this spot S_{B1} S_{B2} beam-spot S_{B2} of the both ends of the laser beams irradiated as S_{B3} and S_{B3} . Tracking operation can be precisely performed using this tracking error signal.

[0056]The optimal pit for signal regeneration can be formed by adjusting the optimal record light intensity from the demodulation signal level of the record signal which detected the light volume of the catoptric light from the above-mentioned master optical disk 13 of beam-spot S_{B1} and was reproduced.

[0057]Although the demodulation clock signal of a record signal and the arithmetic method of address information which were reproduced change with formats at the time of signal record of a constant linear velocity or a constant angular velocitySpindle servo error detection to the above-mentioned spindle 14 can be performed on the basis of the demodulation clock signal or address information of this record signal.

[0058]The beam spot further for reproduction is provided and it may be made for this beam spot for reproduction to detect a track pitch error immediately after signal record besides detecting the track pitch error of the track before 1 rotation which adjoins the track which performs signal record as mentioned above.

[0059]In order to detect a playback demodulation signal at the time of playback of a record signalit is also possible to carry out using the optical pickup for signal regeneration from the optical disc with an object lens provided independently. At this timeit is possible to perform the tracking servo error detection and spindle servo error detection by the same object lensand same error detection by combining the object lens provided according to the aboveand the object lens 9 for

record with the rigid body.

[0060] In 1 rotation eye immediately after a signal recording start Since the pit is not formed and the above-mentioned tracking servo error detection and spindle servo error detection cannot be performed 1 rotation eye immediately after a signal recording start needs to perform drive controlling like the conventional master optical disk exposure device and needs to form a pit. From 2 rotation eyes mentioned above tracking servo error detection and spindle servo error detection can be performed using the pit recorded on the track before 1 rotation and quality and highly precise signal record can be performed.

[0061] In constituting the master optical disk 13 from material in which injection moldings such as resin is possible By using the master optical disk in which only the preamble carried out injection molding by La Stampa in which the pit was formed the optical system by tracking servo error detection and spindle servo error detection is controllable by the conventional master optical disk exposure device from a signal recording start time beforehand.

[0062] Although the sensitizing agent and phenol novolak resin of a naphthoquinonediazide system which are exposed to ultraviolet rays are blended conventionally and the material melted into an organic solvent is mainly used as a kind of photoresist material In using ablation like this invention photoresist material can be constituted only from polymer resin which has sufficient absorption for the wavelength of a laser light source i.e. a far ultraviolet ray and it becomes possible to design photoresist material very simply.

[0063] Since the molecular weight-dependence of the photolysis at the time of ablation can be small suppressed if molecular weight distribution of this polymer resin is made narrow enough it is expected that dispersion in pit shapes will also be stopped small.

[0064] In producing an optical disc in small lots Since record formation of a signal can be performed to these optical discs respectively using the above-mentioned master optical disk 13 as each optical disc The making process of La Stampa using a master disc can be skipped and the manufacturing cost of the optical disc in research and development and a trial production can be reduced substantially.

[0065] By performing electroless deposition and electroforming to the master optical disc produced by the device using the optical disc manufacturing method mentioned above and creating La Stampa the duplicate of an optical disc can be manufactured in large quantities by the conventional methods such as injection molding.

[0066] The optical disc of a product is producible by producing the record board of the same size as the optical disc of a product using the material in which injection moldings such as resin is possible performing signal record and forming a reflection film and a protective film to this optical disc by which signal record was carried out.

[0067] Since the method of forming a signal in an above-mentioned optical disc manufacturing installation is removal processing by ablation the eliminated material dispels and the reattachment may be carried out on a master optical disc.

However this material that dispelled serves as an ultrafine particle since the size of this ultrafine particle is far smaller than the size of a signal slot to the noise level of a regenerative signal it is only influencing a little and there is no big influence which results in lack of a signal. However since there is a possibility of polluting the inside of a device with this ultrafine particle adhering to the inside of an optical disc manufacturing installation and an object lens it is good to establish the nozzle on the pipe which blows off a gaseous jet in the spot irradiation position near the object lens or an annulus ring and the suction port on the pipe which absorbs the jet of this gas efficiently or an annulus ring and to collect the above-mentioned ultrafine particles.

[0068] Nd which ejects a laser beam with a wavelength [by the 4th harmonic generation] of 266 nm using a laser beam with a wavelength of 1064 micrometers as a UV laser light source of the above-mentioned example : although the YAG laser is used Nd:YVO₄ which ejects the laser beam by the 4th harmonic generation with a wavelength of 266 nm from a laser beam with a wavelength of 1064 micrometers as other solid state laser Nd:YLF which ejects the laser beam by the 4th harmonic generation with a wavelength of 262 nm from a laser beam with a wavelength of 1047 micrometers Nd:YAP which ejects the laser beam by the 4th harmonic generation with a wavelength of 270 nm from a laser beam with a wavelength of 1079 micrometers etc. can be used.

[0069] In the above-mentioned example although KTP and BBO are used as a nonlinear optical crystal element LN QPM LNLB OKN etc. other than these can be used.

[0070] In the above-mentioned example although tracking detection is performed using the three beam method it is also possible to use the push pull method.

[0071]

[Effect of the Invention] The optical disc manufacturing method concerning this invention so that clearly also from the above explanation Since a signal slot can be formed only by exposing a master optical disk by carrying out intensity modulation of the continuous-oscillation ultraviolet laser beam irradiating with it and forming a signal slot on the optical disc which absorbs ultraviolet laser radiation and in which a signal slot is formed by from **The conventional photoresist application process and developing processing stage in a making process of a master optical disk can be made unnecessary and the change and dispersion of pit length by the instability in a developing processing stage can be lost. A cutting process can be simplified substantially.

[0072] The laser light source from which the optical disc manufacturing installation concerning this invention ejects a continuous-oscillation ultraviolet laser beam The modulation means which modulates the intensity of the ultraviolet laser radiation from the above-mentioned laser light source and the optical means converged on the master optical disk which absorbs the ultraviolet laser radiation from the above-mentioned modulation means and in which a signal slot is formed by from **By having a control means which controls the irradiation time of the above-mentioned ultraviolet laser radiation to the above-mentioned optical disc and

forming a signal slot on the above-mentioned optical disc Since the process devices installed in the clean room for producing a master optical disk are substantially reducible construction cost administrative and maintenance expense installation occupation area etc. of a production line can be reduced substantially and the manufacturing cost of a master optical disk can be reduced.

[0073] Since the master optical disk itself can carry out injection molding here by applying a synthetic resin material or photoresist material on a glass substrate as for the above-mentioned optical disc The master optical disk itself can be easily produced very cheaply by the same process as the case where an optical disc is reproduced using La Stampa. Since a master optical disk can be made throwing away the recycling process of a master optical disk becomes unnecessary.

[0074] The above-mentioned ultraviolet laser radiation can form a signal precisely by continuous-wave-laser light by being a far-ultraviolet laser beam by the 4th harmonic generation of neodium YAGU (Nd:YAG) laser.

[0075] By playing a signal using an optical pickup from the signal slot immediately after forming of the above-mentioned ultraviolet laser radiation and controlling the irradiation time to the above-mentioned optical disc of the above-mentioned ultraviolet laser radiation based on this regenerative signal Since the exposure conditions of an ultraviolet laser beam can be adjusted so that the quality of a regenerative signal may serve as best the optimal signal slot can perform signal record and a quality control becomes easy.

[0076] By performing a spindle servo using the signal slot or the adjoining signal slot immediately after having performed the tracking servo using the adjoining signal slot formed of the above-mentioned ultraviolet laser radiation and moreover forming of the above-mentioned ultraviolet laser radiation Since the adjoining accuracy of the track pitch of a track and the accuracy of a rotation jitter can be raised it is possible to carry out simple [of the drive mechanism part] a manufacturing cost can be held down and a highly precise master optical disk can be produced.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a figure showing the rough composition of the optical disc manufacturing installation concerning this invention.

[Drawing 2] It is a figure showing the rough composition of a UV laser light source.

[Drawing 3] It is a figure for explaining pit formation.

[Drawing 4] It is a figure for explaining tracking operation.

[Description of Notations]

1 UV laser light source

3 Acoustooptic modulation element

9 Object lens

10 Control detecting optical system

13 Master optical disk

14 Spindle

15a and 15b Actuator

33 Photodetector

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-124226

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 5 月 17 日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 7/26	5 0 1	7215-5D		
7/00	K	9464-5D		

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-263806

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 10 月 27 日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 安芸 祐一

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 武田 実

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

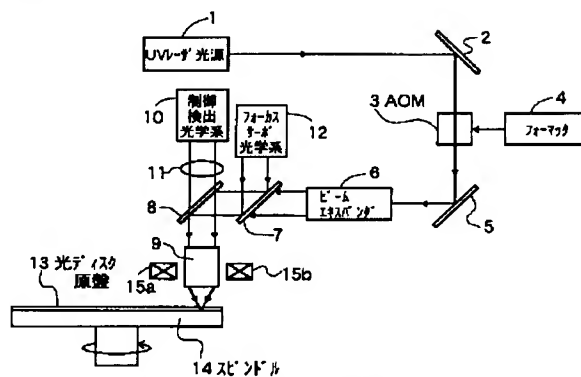
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 光ディスク製造方法及び光ディスク製造装置

(57) 【要約】

【構成】 UVレーザ光源 1 から射出される紫外レーザ光は音響光学変調素子 3 によって強度変調された後、対物レンズ 9 によって合成樹脂材料から成る光ディスク 13 上に照射されて、アブレーションによる信号の形成が行われる。

【効果】 従来の光ディスク原盤の製造工程を大幅に簡略化し、また、製造コストを低減することができる。さらに、形成されるピット長の変動及びばらつきを無くすることができる。



光ディスク製造装置の構成図

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 紫外レーザ光を吸収して溶発により信号溝が形成される光ディスク上に、連続発振紫外レーザ光を強度変調して照射し、信号溝を形成することを特徴とする光ディスク製造方法。

【請求項 2】 上記光ディスクは合成樹脂材料により形成されることを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク製造方法。

【請求項 3】 上記光ディスクはフォトレジスト材料がガラス基板上に塗布されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク製造方法。

【請求項 4】 上記紫外レーザ光は、ネオジウム・ヤグ（Nd:YAG）・レーザの第 4 高調波発生による遠紫外レーザ光であることを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク製造方法。

【請求項 5】 上記紫外レーザ光により形成された直後の信号溝から光ピックアップを用いて信号の再生を行い、この再生信号に基づいて上記紫外レーザ光の上記光ディスクへの照射時間を制御することを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク製造方法。

【請求項 6】 上記紫外レーザ光により形成された隣接する信号溝を用いてトラッキングサーボを行うことを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク製造方法。

【請求項 7】 上記紫外レーザ光により形成された直後の信号溝又は隣接する信号溝を用いてスピンドルサーボを行うことを特徴とする請求項 1 記載の光ディスク製造方法。

【請求項 8】 連続発振紫外レーザ光を射出するレーザ光源と、
上記レーザ光源からの紫外レーザ光の強度を変調する変調手段と、

上記変調手段からの紫外レーザ光を吸収して溶発により信号溝が形成される光ディスク原盤上に収束する光学手段と、

上記光ディスクへの上記紫外レーザ光の照射時間を制御する制御手段とを有して成り、上記光ディスク上に信号溝を形成することを特徴とする光ディスク製造装置。

【請求項 9】 上記光ディスクは合成樹脂材料により形成されることを特徴とする請求項 8 記載の光ディスク製造装置。

【請求項 10】 上記光ディスクはフォトレジスト材料がガラス基板上に塗布されたものであることを特徴とする請求項 8 記載の光ディスク製造装置。

【請求項 11】 上記紫外レーザ光は、ネオジウム・ヤグ（Nd:YAG）・レーザの第 4 高調波発生による遠紫外レーザ光であることを特徴とする請求項 8 記載の光ディスク製造装置。

【請求項 12】 上記紫外レーザ光により形成された直後の信号溝から光ピックアップを用いて信号の再生を行い、この再生信号に基づいて上記紫外レーザ光の上記光

ディスクへの照射時間を制御することを特徴とする請求項 8 記載の光ディスク製造装置。

【請求項 13】 上記紫外レーザ光により形成された隣接する信号溝を用いてトラッキングサーボを行うことを特徴とする請求項 8 記載の光ディスク製造装置。

【請求項 14】 上記紫外レーザ光により形成された直後の信号溝又は隣接する信号溝を用いてスピンドルサーボを行うことを特徴とする請求項 8 記載の光ディスク製造装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、光ディスクに情報信号を形成するための光ディスク製造方法及び光ディスク製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、ディスク状の光記録媒体いわゆる光ディスクには、追記型光ディスクや可逆型光ディスクとして相変化型光ディスク及び光磁気型ディスク等が存在する。

【0003】 この光ディスクを大量に複製して形成するために用いられる光ディスク原盤を作製するときには、まず、ガラス基板上に膜厚が約 0.1 μm のフォトレジスト材料を塗布する。次に、このガラス基板上に光ディスク原盤露光装置いわゆるカッティングマシンによってトラッキング用案内パターンであるグルーブ及び記録信号溝、即ちピットを形成する。このとき、フォトレジスト材料を感光する波長のレーザ光、例えば波長 λ が 441 nm の He-Cd レーザを集光レンズである対物レンズで回折限界のスポットサイズまで絞って上記フォトレジスト材料上に照射し、露光する。

【0004】 この後、上記露光されたフォトレジスト材料を専用のアルカリ現像液によって感光された部分を除去する現像処理を行うことにより、グルーブ及びピットが形成される。

【0005】 さらに、光ディスクを大量に製造するためには、上記現像処理された光ディスク原盤に無電解メッキ及び電気鋳造を行って金属製の複製を取り、マスターディスクを作製する。この金属製の複製を金型いわゆるスタンパとして用いて、射出成形機により樹脂性のディスクを複製している。上記作製された光ディスクの情報信号が記録された面には、反射のための金属膜が真空蒸着され、硬い樹脂で保護層を形成することにより光ディスクの複製が成される。

【0006】 ここで、上記形成されるピットの大きさは、ピット形成に用いられるレーザ光の強度、上記フォトレジスト上に照射されるレーザ光のスポットの大きさ、変調信号波形、及び光ディスク原盤の回転数等によって決定される。例えば、現行の光ディスクのピットの大きさは、幅が 0.4 μm 、長さが 0.8~3.2 μm 、深さが 0.1 μm 程度であり、記録信号はこのピット

トの長さによって表される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、光ディスク原盤に精確に信号記録を行う場合には、ピットの長さ、即ちピット長の変動及びばらつきを最小限に抑える必要がある。しかし、このピット長の変動及びばらつきは、上述した現像処理を行う工程の不安定性によって生じるものである。

【0008】また、光ディスク原盤に用いられるガラスは高価であるため、再処理された後に再び光ディスク原盤に利用されているが、この再利用のための再処理工程には高いクリーン度が必要である。また、この再処理工程は薬液を用いるウェットプロセスであり、このガラス上に形成されるフォトレジスト材料の膜厚の精度が厳しいため、厳しい工程管理及び品質管理が必要となる。

【0009】尚、上述した現像工程においても、薬液の濃度管理及び現像の進行停止検出等の厳しい工程管理及び品質管理が必要となる。

【0010】また、光ディスク原盤上に信号を形成する工程の装置及び現像処理装置等の複数の工程のための装置が必要となり、これら複数の工程の装置を備えるクリーンルームのスペースや再処理工程にかかる時間のためのコストの負担が大きい。

【0011】そのうえ、従来の光ディスク原盤の露光装置においては、現像処理工程を経て、光ディスク原盤上にピット及びグルーブが形成された後でなくては直接的にその信号形成状態を検査することができない。

【0012】そこで、本発明は上述の実情に鑑み、光ディスク原盤を製造する際に、形成されるピット長の変動及びばらつきを無くし、複数の処理工程及びこれらの処理工程の管理を軽減することができる光ディスク製造方法及びこの方法を用いた光ディスク製造装置を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光ディスク製造方法は、紫外レーザ光を吸収して溶発により信号溝が形成される光ディスク上に、連続発振紫外レーザ光を強度変調して照射し、信号溝を形成することにより上述した課題を解決する。

【0014】また、本発明に係る光ディスク製造装置は、連続発振紫外レーザ光を射出するレーザ光源と、上記レーザ光源からの紫外レーザ光の強度を変調する変調手段と、上記変調手段からの紫外レーザ光を吸収して溶発により信号溝が形成される光ディスク原盤上に収束する光学手段と、上記光ディスクへの上記紫外レーザ光の照射時間を制御する制御手段とを有して成り、上記光ディスク上に信号溝を形成することを特徴とする。

【0015】ここで、上記光ディスクは合成樹脂材料、又はフォトレジスト材料がガラス基板上に塗布されたものであることを特徴とする。

【0016】尚、上記合成樹脂材料としては、ポリカーボネート樹脂等が適している。

【0017】また、上記光ディスクは、光ディスクを大量に複製する場合に用いるマスタディスクを製造する際の光ディスク原盤として用いることが好ましい。

【0018】また、上記紫外レーザ光は、ネオジウム・ヤグ(Nd:YAG)・レーザの第4高調波発生による遠紫外レーザ光であることを特徴とする。

【0019】さらに、上記紫外レーザ光により形成された直後の信号溝から光ピックアップを用いて信号の再生を行い、この再生信号に基づいて上記紫外レーザ光の上記光ディスクへの照射時間を制御することを特徴とする。

【0020】そのうえ、上記紫外レーザ光により形成された隣接する信号溝を用いてトラッキングサーボを行い、また、上記紫外レーザ光により形成された直後の信号溝又は隣接する信号溝を用いてスピンドルサーボを行うことを特徴とする。

【0021】

【作用】本発明においては、連続発振紫外レーザ光の強度を変調しながら、合成樹脂材料のみから成る光ディスク、又はフォトレジスト材料がガラス基板上に塗布されて成る光ディスクに微細な信号溝を形成する。

【0022】また、形成された直後の信号溝から信号を再生し、この再生信号に基づいて上記紫外レーザ光の照射時間を制御しながら上記信号溝を精確に形成する。

【0023】さらに、上記紫外レーザ光により形成された隣接する信号溝を用いてトラッキングサーボを行い、また、形成された直後の信号溝又は隣接する信号溝を用いてスピンドルサーボを精確に行う。

【0024】

【実施例】以下、本発明の好ましい実施例について、図面を参照しながら説明する。図1には、本発明に係る光ディスク製造方法を用いた光ディスク製造装置の概略的な構成を示す。尚、この実施例において信号が形成される光ディスク原盤13は、光ディスクの大量複製の際に用いられるマスタディスクを作製するための原盤として説明を行う。

【0025】この実施例に示す光ディスク製造装置においては、信号の記録用光源として、高エネルギー密度レーザ光を射出する波長が280nm以下の紫外レーザ光源いわゆるUVレーザ光源1を用いている。具体的には、UVレーザ光源1は、後述するように波長が1064nmのネオジウム・ヤグ(Nd:YAG)レーザの第4高調波発生を用いた遠紫外レーザ光を射出する光源である。

【0026】このUVレーザ光源1から射出される遠紫外レーザ光は、シングルモードの連続発振レーザ光である。この遠紫外レーザ光の光束は、ミラー2で反射されて音響光学変調素子(AOM)3に入射される。ここ

で、上記音響光学変調素子 3 にはフォーマッタ 4 からの信号が送られており、遠紫外レーザ光は上記信号に基づいて強度変調された光変調パルスとなる。

【0027】尚、記録される信号のフォーマットによっては、音響光学偏向素子等によってレーザ光を偏向する場合もある。また、上記音響光学変調素子 3 及び音響光学偏向素子は、音響光学効果を利用するものに限定するわけではなく、電気光学効果、磁気光学効果、及び液晶光学効果を用いたものでもよい。但し、現状では音響光学効果を利用するものが最も信頼性が高く、低コストであり、また、小型である。

【0028】この後、上記音響光学変調素子 3 からの光ビームは、ミラー 5 で反射されてビームエキスパンダ 6 に入射される。このビームエキスパンダ 6 では、入射された光ビームのビーム径が拡大される。このビーム径が拡大された光ビームはミラー 7、8 を介して集光レンズである対物レンズ 9 の入射瞳面に照射され、焦点を適切に調節されて回折限界のスポットサイズで光ディスク原盤 13 上に集光される。

【0029】ここで、上記光ディスク原盤 13 は図示しないスピンドルモータによって回転されるスピンドル 14 上に搭載されている。よって、上記対物レンズ 9 を含む光学系を光ディスク原盤 13 の半径方向に外周から中心まで移動させることにより、上記対物レンズ 9 に集光されたビームスポットはスパイラル状に走査されて光ディスク原盤 13 が露光され、溶発、即ちアブレーションによって信号の記録形成が行われる。

【0030】尚、この実施例においては、上記光ディスク原盤 13 は、後述するようなフォトレジスト材料として用いられる合成樹脂材料から成るものである。

【0031】具体的には、例えば上記対物レンズ 9 の開口数 (NA) が 0.6 であるならば、上記光ディスク原盤 13 上に集光されるスポット径 d は、以下に示す

(1) 式により、約 $0.35 \mu\text{m}$ となる。

【0032】

【数 1】

$$d = 0.8 \frac{\lambda}{NA} \quad \cdots (1)$$

【0033】このとき、制御検出光学系 10 から出力されるトラッキングエラー検出用のレーザ光が、レンズ 11 及びミラー 8 を介して上記光ビームと共に上記光ディスク原盤 13 上に集光される。この制御検出光学系 10 としては、従来の光ディスクからの信号再生用光ピックアップの光学系を用いれば、小型であって低コストに抑えることができる。

【0034】また、上記光ディスク原盤 13 上の制御検出光学系 10 から出射されるレーザ光のビームスポットは、光ディスク原盤 13 上に 1 回転前に上記音響光学変調素子 3 により強度変調されたレーザ光のビームスポットによって記録されたピットのトラックピッチに相当す

る量で、上記ピットの信号を読み出せる位置に集光されるような角度で上記対物レンズ 9 に入射される。

【0035】尚、従来の光ディスクからの信号再生用光ピックアップよりも、従来の光ディスク原盤露光装置に用いられている離軸法などによるフォーカスサーボ光学系のほうが高精度であるので、上記対物レンズ 9 のフォーカスサーボを行うフォーカスサーボ光学系 12 には、光ディスク原盤露光装置に用いられているフォーカスサーボ光学系を用いるほうがよい。

【0036】また、通常の光ディスクの信号再生用光ピックアップの光源としては、一般的に近赤外又は赤色半導体レーザが用いられている。この近赤外又は赤色半導体レーザによるレーザ光の波長は、上記音響光学変調素子 3 を介した紫外レーザ光の波長とは大きく異なるため、上記対物レンズ 9 の色収差補正の性能が不足する場合には、上記レンズ 11 等によって上記対物レンズ 9 に集光されるレーザ光の結像位置を補正するほうがよい。

【0037】上記光ディスク原盤 13 上に照射されるレーザ光のビームスポットの大きさは、入射するレーザ光を適切に調節することにより得られる実効 NA を調節して補正すればよい。

【0038】また、上述の各補正を行うために、上記対物レンズ 9 を含む集光光学系として、無限補正光学系より有限補正光学系を用いるほうがよい。

【0039】さらに、上記光ディスク原盤 13 が射出成形によって作製された場合には、その厚み及び平行度については精度良く加工されるが、平面度については反り等によって比較的精度が落ちるため、光ディスク原盤 13 の全面を平面度の良いターンテーブルに真空チャック等の吸引力でならして固定するとよい。

【0040】この後、上記光ディスク原盤 13 の表面からの反射光は、対物レンズ 9 を介してミラー 8 に反射された後、レンズ 11 に入射される。このレンズ 11 に入射された反射光の光量は制御検出光学系 10 において検出され、トラッキング誤差信号が検出される。このトラッキング誤差信号をアクチュエータ 15a、15b に帰還し、このアクチュエータ 15a、15b を移動制御することにより、上記光ディスク原盤 13 上に照射される紫外レーザ光のスポットは正確に位置決めされる。

【0041】次に、上記 UV レーザ光源 1 について図 2 を用いて詳細に説明する。

【0042】この UV レーザ光源からは波長 λ が 266 nm の紫外レーザ光が発生される。励起光源素子としては、図示しないレーザダイオード等の半導体レーザ素子が用いられており、この半導体レーザ素子からの波長 808 nm の励起用レーザ光は、 $1/4$ 波長板 21 の入射面を介して Nd:YAG を用いたレーザ媒質 22 に入射される。上記 $1/4$ 波長板 21 の入射面には上記励起用レーザ光を透過し、レーザ媒質 22 で発生した波長 1064 nm の基本波レーザ光を反射するような波長選択性

を持った反射面いわゆるダイクロイックミラーが形成されている。このレーザ媒質22で発生した波長1064nmの基本波レーザ光は、フィルタ23及びピンホール24を介して折り返しミラー25で反射された後、アウトプットカプラ26を介してKTP (KTiOPO₄)より成る非線形光学結晶素子27に入射されることにより、第2高調波発生(SHG)が行われる。

【0043】この非線形光学結晶素子27で発生された波長532nmの第2高調波レーザ光は、ミラー40で反射された後、折り返しミラー28及びレンズ29を介して光アイソレータ30に入射される。この光アイソレータ30では、入射された第2高調波レーザ光の半導体レーザ素子への戻り光を回避する。

【0044】上記光アイソレータ30を介した第2高調波レーザ光は、周波数誤差信号を得るための位相変調器31に入射されて位相変調が施された後、ミラー33を介して外部共振器41に入射されることにより、波長266nmの第4高調波レーザ光が発振される。この外部共振器41は、反射手段として、凹面ミラー34、アウトプットカプラ36、及び反射ミラー37、38により構成されている。また、上記外部共振器41内には、BBO (β-BaB₂O₄) から成る非線形光学結晶素子35を配置している。

【0045】ここで、上記外部共振器41の共振周波数は、上記凹面ミラー34を図示しないボイスコイルモータ(VCM)によって駆動制御することにより掃引される。具体的には、上記非線形光学結晶素子35に入射される第2高調波レーザ光で上記凹面ミラー34によって反射された反射光は、光検出器32に入射される。この光検出器32では、入射された反射光が光電流に変換されてロッキング回路39に送られる。このロッキング回路39では、送られた光電流に基づいて上記凹面ミラー34の位置を検出し、この凹面ミラー34の位置制御を行うことにより、外部共振器の共振周波数は第2高調波発生による周波数にロックされる。

【0046】このようにして、上記非線形光学結晶素子35から第4高調波レーザ光を効率良く得ることができる。また、上記発生される波長266nmの紫外レーザ光は連続発振であるので、高速に光強度変調を行うことが可能であり、モードの均一性が高い。よって、直径が1μm以下のスポットに容易に集光することができる。さらに、励起用半導体レーザの出力パワーに対する第4高調波レーザ光の出力効率は数%程度で得られるので、半導体レーザの出力パワーを20W程度まで増大すれば、1W以上の第4高調波レーザ光の出力を得ることができる。

【0047】上記光ディスク原盤13の紫外レーザ光パルスが照射された部分は、溶発いわゆるアブレーションによって削り取られて除去され、ピットが形成される。このとき、アブレーションを生じさせるための紫外レー

ザ光の出力は、0.1MW/cm²以上は必要である。また、実用上は1MW/cm²以上が好ましく、フォトレジスト材料の種類にも依存するが、光ディスク原盤13の回転数及び紫外レーザ光の照射位置等を考慮すると、紫外レーザ光のエネルギー密度は1J/cm²もあれば十分である。

【0048】例えば、500mWの第4高調波レーザ光の出力が対物レンズを透過した後、光学系効率を考慮しても、100mW以上の強度のレーザ光を容易に得ることができる。よって、上記光ディスク原盤13の回転による線速度を5m/sec.、レーザ光のスポット径を0.35μmとすると、光ディスク原盤13を露光するときのエネルギー密度は約6J/cm²となり、アブレーションを生じさせるのに十分な値となる。

【0049】これにより、光ディスク原盤13に露光のみでピットを形成することができる。従って、従来の現像処理工程を不要化し、現像処理工程に特有の不安定性、例えば現像液の温度及び濃度等のゆらぎや光ディスク原盤内の現像むら等の不均一性などの問題点を全て解決することができ、ピット形状の大きさのばらつきを従来よりも極めて小さく抑えることができる。

【0050】尚、上記光ディスク原盤13として、合成樹脂材料のみで形成したものを用いる他に、ガラス基板上にフォトリソ膜として上記合成樹脂材料を塗布したものをを用いるようにしてもよい。

【0051】次に、ピット形成について、図3を用いて説明する。

【0052】図3において、ピットA₁、A₂、A₃、・・・は、既にアブレーションにより形成されたピット列である。また、ピットB₁は現在形成中のものであり、上記光ディスク原盤13は矢印方向に移動するので、さらにピットB₂、・・・が形成されることになる。トラッキングのためには、現在形成中のピットB₁に対して光ディスク原盤13の1回転前のピットA₁上に焦点を結ぶように、フォトリソ材料が感光しない波長であって十分に低い強度のレーザ光、例えば波長680nmの半導体レーザを、上記対物レンズ9を介して照射する。この照射されたレーザ光が反射された戻り光を2分割フォトディテクタによって検知し、通常の光ディスクからの信号再生用光ピックアップにおけるプッシュプル法と同様に差分信号を検出する。この差分信号に応じて、上記対物レンズ9を光ディスク原盤13の半径方向に駆動するアクチュエータ15a、15bを駆動する。これにより、従来のカッティングマシンでは光学系テーブルによる送り精度のみでトラックピッチが決定されていたのに対して、極めて高精度のトラックピッチの精度を得ることができる。

【0053】また、信号記録のトラッキング動作によるトラッキング誤差信号の検出について、図4を用いて説明する。

【0054】上記光ディスク原盤13からの反射光を用いたトラッキング誤差信号の検出のためには、上記ピット形成用の波長266nmの紫外レーザ光と同時に上記制御検出光学系10から発振される波長532nmの可視レーザ光を用いて、スリービーム法によりトラッキング誤差信号を検出する。

【0055】図4は上記光ディスク原盤13の上面図であり、照射するレーザ光の光軸方向から見たものである。例えば、上述のように、上記音響光学変調素子3により強度変調されたレーザ光のビームスポットB₁によりピットが形成されるときに、上記制御検出光学系10からのレーザ光は、上記光ディスク原盤13上に1回転前に形成されている隣接するピット上に、ビームスポットS_{B1}、S_{B2}、S_{B3}としてそれぞれ照射される。このスポットS_{B1}、S_{B2}、S_{B3}として照射されたレーザ光の内の両端のビームスポットS_{B2}、S_{B3}の光ディスク原盤13からの反射光の光量を検出することにより、トラッキング誤差信号が得られる。このトラッキング誤差信号を用いてトラッキング動作を精確に行うことができる。

【0056】また、ビームスポットS_{B1}の上記光ディスク原盤13からの反射光の光量を検出して再生された記録信号の復調信号レベルから最適記録光強度を調節することにより、信号再生に最適なピットを形成することができる。

【0057】尚、線速度一定又は角速度一定等の信号記録時のフォーマットによって、再生された記録信号の復調クロック信号及びアドレス情報の演算方法は異なるが、この記録信号の復調クロック信号又はアドレス情報を基準として上記スピンドル14に対するスピンドルサーボ誤差検出を行うことができる。

【0058】また、上述のように、信号記録を行うトラックに隣接する1回転前のトラックのトラックピッチ誤差を検出する以外に、さらに再生用のビームスポットを設け、この再生用ビームスポットによって信号記録の直後にトラックピッチ誤差を検出するようにしてもよい。

【0059】さらに、記録信号の再生時において、再生復調信号を検出するために、別に設けた対物レンズ付きの光ディスクからの信号再生用光ピックアップを用いて行うことも可能である。このとき、上記別に設けた対物レンズと記録用の対物レンズ9とを剛体で結合しておくことにより、同一の対物レンズによるトラッキングサーボ誤差検出及びスピンドルサーボ誤差検出と同様な誤差検出を行うことが可能である。

【0060】尚、信号記録開始直後の1回転目においては、ピットが形成されていないので、上記トラッキングサーボ誤差検出及びスピンドルサーボ誤差検出を行うことができないので、信号記録開始直後の1回転目は、従来の光ディスク原盤露光装置と同様に駆動制御を行ってピットを形成する必要がある。2回転目からは、上述し

たように、1回転前のトラックに記録されたピットを用いてトラッキングサーボ誤差検出及びスピンドルサーボ誤差検出を行い、高品質で高精度な信号記録を行うことができる。

【0061】さらに、光ディスク原盤13を樹脂等の射出成形可能な材料で構成する場合には、予め従来の光ディスク原盤露光装置によって導入部分のみピットを形成したスタンプによって射出成形した光ディスク原盤を用いることにより、信号記録開始時点からトラッキングサーボ誤差検出及びスピンドルサーボ誤差検出による光学系の制御を行うことができる。

【0062】また、フォトレジスト材料の種類としては、従来は紫外線に感光するナフトキノンジアジド系の感光剤とフェノールノボラック樹脂をブレンドし、有機溶剤に溶かした材料を主に使用しているが、本発明のようにアブレーションを利用する場合には、レーザ光源の波長、即ち遠紫外線に十分な吸収を有する高分子樹脂のみでフォトレジスト材料を構成することができ、極めて簡単にフォトレジスト材料の設計を行うことが可能となる。

【0063】さらに、この高分子樹脂の分子量分布を十分に狭くすれば、アブレーション時の光分解の分子量依存性を小さく抑えることができるため、ピット形状のばらつきも小さく抑えられることが期待される。

【0064】また、光ディスクの少量生産を行う場合には、上記光ディスク原盤13を個々の光ディスクとして用い、これらの光ディスクに対してそれぞれ信号の記録形成を行うことができるので、マスタディスクを用いたスタンプの作製工程を省略することができ、研究開発及び試作における光ディスクの製造コストを大幅に削減することができる。

【0065】上述した光ディスク製造方法を用いた装置により作製された光ディスク原盤に無電解メッキ及び電気鋳造を行ってスタンプを作成することにより、射出成形等の従来の方法によって光ディスクの複製を大量に製造することができる。

【0066】また、樹脂等の射出成形可能な材料を用いて製品の光ディスクと同様のサイズの記録盤を作製して信号記録を行い、この信号記録された光ディスクに反射膜及び保護膜を成膜することにより、製品の光ディスクを作製することができる。

【0067】さらに、上述の光ディスク製造装置において信号を形成する方法は、アブレーションによる除去加工であるので、排除された材料は霧散して光ディスク原盤上に再付着する可能性がある。但し、この霧散した材料は超微粒子となり、この超微粒子の大きさは信号溝の大きさよりはるかに小さいため、再生信号のノイズレベルに対しては若干影響するのみで、信号の欠落に至るような大きな影響はない。しかし、この超微粒子が光ディスク製造装置内部及び対物レンズに付着することで装置

内を汚染するおそれがあるため、対物レンズ近傍のスポット照射位置に気体の噴流を吹き出す管又は円環上のノズルと、この気体の噴流を効率良く吸い込む管又は円環上の吸い込み口とを設けて上記超微粒子を回収するとよい。

【0068】尚、上記実施例のUVレーザ光源としては、波長 $1064\mu\text{m}$ のレーザ光を用いて第4高調波発生による波長 266nm のレーザ光を射出するNd:YAGレーザを用いているが、その他の固体レーザとして、波長 $1064\mu\text{m}$ のレーザ光から波長 266nm の第4高調波発生によるレーザ光を射出するNd:YVO₄、波長 $1047\mu\text{m}$ のレーザ光から波長 262nm の第4高調波発生によるレーザ光を射出するNd:YLF、波長 $1079\mu\text{m}$ のレーザ光から波長 270nm の第4高調波発生によるレーザ光を射出するNd:YAP等を用いることができる。

【0069】また、上記実施例においては、非線形光学結晶素子としてKTPやBBOを用いているが、これらの他にLN、QPM LN、LBO、KN等を用いることができる。

【0070】さらに、上記実施例においては、スリーベーム法を用いてトラッキング検出を行っているが、プッシュプル法を用いることも可能である。

【0071】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明に係る光ディスク製造方法は、紫外レーザ光を吸収して溶発により信号溝が形成される光ディスク上に、連続発振紫外レーザ光を強度変調して照射し、信号溝を形成することにより、光ディスク原盤を露光するのみで信号溝を形成することができるので、従来の光ディスク原盤の作製工程におけるフォトリソ塗布工程及び現像処理工程を不要化し、現像処理工程における不安定性によるピット長の変動及びばらつきを無くすることができる。また、カッティング工程を大幅に簡略化することができる。

【0072】また、本発明に係る光ディスク製造装置は、連続発振紫外レーザ光を射出するレーザ光源と、上記レーザ光源からの紫外レーザ光の強度を変調する変調手段と、上記変調手段からの紫外レーザ光を吸収して溶発により信号溝が形成される光ディスク原盤上に収束する光学手段と、上記光ディスクへの上記紫外レーザ光の照射時間を制御する制御手段とを有して成り、上記光ディスク上に信号溝を形成することにより、光ディスク原盤を作製するためのクリーンルームに設置する工程装置類を大幅に削減することができるので、製造ラインの構築費用、維持管理費、及び設置占有面積等を大幅に削減

することができ、光ディスク原盤の製造コストを低減することができる。

【0073】ここで、上記光ディスクは合成樹脂材料、又はフォトリソ材料がガラス基板上に塗布されたものであることにより、光ディスク原盤自体は射出成形することが可能であるので、スタンプを用いて光ディスクを複製する場合と同様の工程によって容易に光ディスク原盤自体を非常に安価に作製することができる。また、光ディスク原盤を使い捨てにすることができるので、光ディスク原盤のリサイクル工程が不要となる。

【0074】また、上記紫外レーザ光は、ネオジウム・ヤグ(Nd:YAG)・レーザの第4高調波発生による遠紫外レーザ光であることにより、連続発振レーザ光により精確に信号を形成することができる。

【0075】さらに、上記紫外レーザ光により形成された直後の信号溝から光ピックアップを用いて信号の再生を行い、この再生信号に基づいて上記紫外レーザ光の上記光ディスクへの照射時間を制御することにより、再生信号の品質が最良となるように紫外レーザ光の照射条件を調整できるので、最適な信号溝により信号記録を行うことができ、品質管理が容易となる。

【0076】そのうえ、上記紫外レーザ光により形成された隣接する信号溝を用いてトラッキングサーボを行い、また、上記紫外レーザ光により形成された直後の信号溝又は隣接する信号溝を用いてスピンドルサーボを行うことにより、隣接するトラックのトラックピッチの精度及び回転ジッタの精度を向上させることができるので、駆動機構部を簡略することが可能であり、製造コストを抑えて、高精度な光ディスク原盤を作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光ディスク製造装置の概略的な構成を示す図である。

【図2】UVレーザ光源の概略的な構成を示す図である。

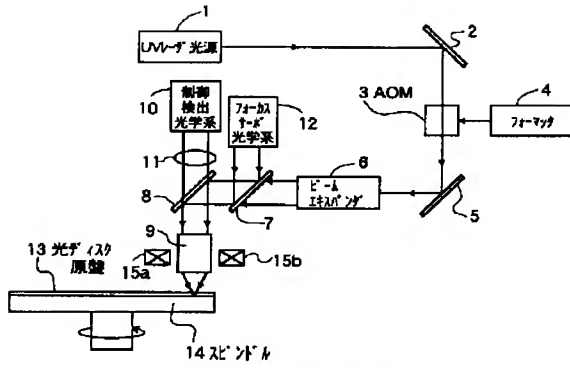
【図3】ピット形成を説明するための図である。

【図4】トラッキング動作を説明するための図である。

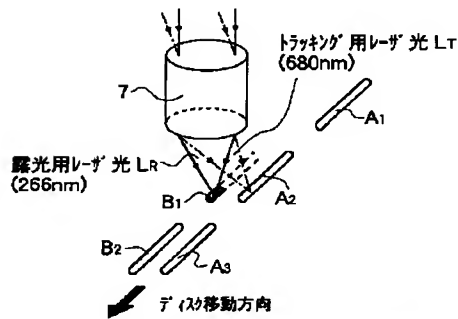
【符号の説明】

- 1 UVレーザ光源
- 3 音響光学変調素子
- 9 対物レンズ
- 10 制御検出光学系
- 13 光ディスク原盤
- 14 スピンドル
- 15 a、15 b アクチュエータ
- 33 光検出器

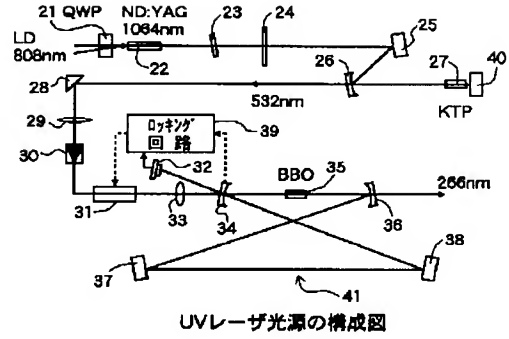
【図 1】



【図 3】



【図 2】



【図 4】

